

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Аксенов К.А., Спицина И.А., Крохин А.Л.¹

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
проспект Мира, 19, Екатеринбург, Свердловская обл., 620002, Россия
тел.: (343) 375-41-45, e-mail: krosha_i@inbox.ru

Аннотация — В данной работе приводится сравнение методов разработки информационных систем, которые учитывают анализ процессов организационно-технических систем. Предлагаемый метод направлен на анализ узких мест и надежности человеко-машинной распределенной системы в условиях ограничений по срокам выполнения бизнес-процессов, учитывает динамику бизнес-процессов при разработке информационных систем. В результате проведенного сравнительного анализа сделан вывод о преимуществе метода, предлагаемого авторами.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SYSTEMS ENGINEERING METHOD BASED ON MULTI-AGENT

¹ Aksyonov K.A., Spitsina I.A., Krochin A.L.

¹ Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin
pr. Mira, 19, Yekaterinburg, Sverdlovsk region, 620002, Russian Federation
ph.:(343) 375-41-45, e-mail: krosha_i@inbox.ru

This paper consider a comparison of the systems engineering methods that incorporate the analysis of the business processes of organizational-technical systems. The systems engineering method now proposed deals with the analysis of the man-machine distributed system data flow bottlenecks and reliability level in terms of the business processes execution time limits and takes into account the dynamics of the business processes. On the basis of comparative analysis fulfilled authors concluded the preeminence of their development method.

I. Введение

Успешность разработки информационной системы (ИС) во многом определяется проработанностью методологического подхода, используемого в процессе проектирования. В этом процессе участвуют три группы: пользователи, аналитики и разработчики. Современная тенденция – автоматизация всех процессов предприятия: бизнес-процессов, процессов согласования и принятия решений. Метод разработки ИС должен позволять.

Строить единую модель ИС, понятную всем участникам процесса разработки.

Комплексно решать вопросы формализации и информатизации процессов принятия решений.

Проводить имитационное моделирование автоматизируемых процессов предприятия с возможностью использовать полученные результаты и знания на этапах автоматизации.

II. Основная часть

Рассмотрим методы разработки ИС, которые предоставляют возможности, описанные выше.

1. Метод Скобелева П.О.

Метод Скобелева предназначен для создания мультиагентных систем (МАС) оперативной обработки информации для поддержки процессов принятия решений. В качестве модели представления знаний используются онтологии и модель сети потребностей и возможностей (ПВ-сеть) предприятия [1]. При этом каждое предприятие представляется в виде сети агентов потребностей и возможностей. Метод решает задачу взаимодействия этих агентов в процессе принятия решений.

Метод разработки Скобелева П.О. включает в себя следующие этапы: описание предметной области МАС; описание классов агентов и правил принятия решений; описание протоколов

взаимодействия агентов; типов и структуры сообщений; программная реализация агентов.

Данный метод реализован в виде набор компонентов для разработки мультиагентных систем - MagentaToolkit [2]. Для настройки системы под конкретную предметную область используются онтологии, которые создаются с помощью специального инструмента, входящего в пакет. Описанный продукт предназначен для разработки МАС, связанных с планированием и распределением ресурсов. Он не занимается вопросами анализа и реинжиниринга бизнес-процессов предприятия.

2. Метод Карсаева О.В. и Городецкого В.И.

Метод Карсаева О.В. и Городецкого В.И. базируется на методологии Gaia [3] и среде MASDK [4], поддерживающей ее использование. Он предназначен для разработки прикладных многоагентных систем.

Укрупненно метод может быть описан в виде пяти стадий [5]. На первой стадии «Проектирование прикладной МАС» происходят: анализ и описание онтологии предметной области. В результате определяются классы агентов и происходит сопоставление им ролей. Распределение ролей между классами агентов определяет, какие классы агентов на дальнейших этапах разработки будут обеспечивать решение определенных задач.

На второй стадии «Проектирование классов агентов» идет описание трех компонент, образующих структуру агента:

- модель поведения агента;
- модели сервисов;
- ментальная модель.

На этой стадии идет только описание агентов с помощью диаграмм с использованием объектно-ориентированного подхода.

Написание программного кода, описывающего сервисные функции, происходит на третьей стадии.

После этого происходит автоматическая генерация программного кода классов агентов.

На четвертой стадии описываются знания и правила поведения агента. На последней стадии происходит развертывание агентов в сети.

Таким образом, метод Карсаева О.В. и Городецкого В.И. не позволяет описать статические и динамические бизнес-процессы, а, следовательно, не занимается вопросами их анализа и реинжиниринга.

3. Метод Швецова А.Н.

Предложенный метод относится к разработке корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений [6]. На первоначальном этапе большое внимание уделяется описанию структурного, логического и поведенческого аспектов функционирования автоматизируемого предприятия. На этапе формализации строятся структурно-логическая модель, база знаний, топологическая и объектная модели. Далее разрабатывается прототип системы и ее промышленный вариант. Основной акцент данного метода сделан на извлечение и формализацию знаний о предметной области.

Метод Швецова А.Н. реализован в виде программного пакета DISIT (Distributed Intellectual System Integrated Toolkit) [7]. Он предназначен для разработки МАС, основан на следующих принципах: описание модели предметной области, с использованием фрейм-концептов;

описание поведения агентов в виде продукций.

В данном инструментальном пакете последовательно выполняются следующие этапы метода:

Описывается модель предметной области: логика взаимоотношений фрейм-концептов и их атрибутов.

Выделяются интеллектуальные агенты и определяется их поведение с учетом системных ограничений.

Полученная концептуальная модель предметной области транслируется в структурно-логическую модель МАС.

Интеллектуальные компоненты и агенты размещаются в корпоративной сети.

Изучение показывает, что метод Швецова А.Н. не занимается вопросами анализа и реинжиниринга статических и динамических бизнес-процессов.

4. Метод Александрова Д.В.

Александровым предложен метод моделирования распределенных систем управления бизнес-процессами предприятия [8]. При анализе предметной области в методе Александрова используется структурно функциональный подход. Имитационные модели разработаны на основе аппарата раскрашенных сетей Петри. По результатам имитационного моделирования выдаются рекомендации по совершенствованию бизнес-процессов. При необходимости, предлагается провести тактический реинжиниринг. Он включает в себя добавление\удаление функций, сотрудников, перераспределение функций между сотрудниками, перевод сотрудников из одного структурного подразделения в другое и т.п. Следующим этапом происходит реализация агентного приложения для автоматизации выполнения бизнес-процессов. Также метод предполагает использования

имитационного моделирования для мониторинга бизнес-процессов предприятия.

Новый метод

Новый метод разработки ИС [9-10] в качестве модели представления знаний использует модель мультиагентных процессов преобразования ресурсов (МППР) и фрейм-подход [11]. В начале процесса разработки ИС строится модель МППР предприятия и проводится имитационное моделирование с целью выявления «узких мест». Затем она преобразуется в модель ИС, представляющую собой диаграммы функционального и объектно-ориентированного подходов. Разработчики дорабатывают модель системы, занимаются проектированием пользовательского интерфейса. После чего идет автоматическая генерация программного кода будущей ИС.

Для сравнительной оценки методов разработки информационных систем предлагается следующий набор критериев: модель процессов предприятия (A), которая описывает статические (B) и динамические (C) бизнес-процессы, а также модели лиц, принимающих решения (D); средства анализа процессов (E), включающие организационный реинжиниринг (F), анализ «узких мест» (G); возможность использования данных из модели предприятия при разработке ИС (H); в части динамических бизнес-процессов (I), в части модели лица, принимающего решение (J); использование структурного (K) и объектно-ориентированного подходов (L); результаты автоматизации (M): бизнес-процессы (N), согласование решений (O), процессы принятия решений – использование машины логического вывода (P).

Таблица 1
Сравнение методов разработки ИС

Критерии сравнения	Метод Скобелева П.О.	Метод Карсаева О.В. и Городецкого В.И.	Метод Швецова А.Н.	Метод Александрова Д.В.	Новый метод
A	ПВ-сети	нет	нет	Раскрашенные сети Петри	Модель МППР
B	да	нет	нет	да	да
C	нет	нет	нет	нет	да
D	да	да	да	нет	да
E					
F	нет	нет	нет	да	нет
G	нет	нет	нет	нет	да
H					
I	нет	нет	нет	нет	да
J	да	да	да	нет	да
K	нет	нет	нет	да	да
L	да	да	да	нет	да
M					
N	да	да	да	да	да
O	да	нет	да	нет	да
P	нет	нет	да	нет	да

В таблице 1 приведены результаты сравнения методов разработки ИС.

Новый метод также включает решение задачи о размещении экземпляров концептов предметной области по базам знаний агентов. Ее постановка представлена ниже.

найти

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \geq 1, i=1, \dots, m \quad (2)$$

$$x_{ij} \in (0,1), i=1, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (3)$$

$$T_{\text{БП}} \leq T_{\text{БП}}^{\text{max}} \quad (4)$$

где n – количество агентов,
 m – количество экземпляров концептов предметной области,

c_{ij} – коэффициент, показывающий величину затрат на размещение i -го экземпляра концепта у j -го агента,

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{ый экземпляр концепта} \\ & \text{расположен у } j - \text{го агента} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

a_{ij} – коэффициент, определяющий потребность j -го агента в i -м концепте,

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{ый экземпляр концепта} \\ & \text{нужен } j - \text{му агенту} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}.$$

Данный метод программно реализован в семействе продуктов BPsim (BPsim.MAS – мультиагентная система динамического моделирования, BPsim.SD – CASE-средство). Применения данного подхода к производственным и логистическим ИС описаны в [12-16].

III. Заключение

Существующие методы не полностью решают задачу разработки ИС, затрагивающую анализ процессов ОТС. Они не учитывают динамику БП, недостаточно уделяют внимание анализу «узких» мест, не используют информацию из модели процессов ОТС в части динамических БП для разработки ИС. Предлагаемый метод решает эти задачи. Кроме того, метод уделяет внимание вопросу надежности человеко-машинной распределенной системы в условиях ограничений по срокам выполнения бизнес-процессов.

IV. Литература

- [1] Скобелев О.П. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.т.н. – Самара, 2003. – 35 с..
- [2] Андреев В.В., Батищев С.В., Ивкусин К.В., Искварина Т.В., Скобелев П.О. Инструментальные средства для разработки мультиагентных систем промышленного масштаба [Электронный ресурс] // СамНЦ РАН [сайт]. URL: http://www.ssc.smr.ru/media/ipuss_conf/06/5_01.pdf
- [3] Zambonelli F., Jennings N., Wooldridge M. Developing Multiagent systems: The GAIA methodology//ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 12(3), pages 417-470, 2003.
- [4] Gorodetsky V., Karsaev O., Samoylov V., Konushy V. Support for Analysis, Design and Implementation Stages with MASDK // LNCS 5386, pp. 272–287, 2009
- [5] Городецкий В. И., Карсаев О. В., Конюший В. Г., Самойлов В. В., Маньков Е. В., Малышев А. В. Технология разработки прикладных многоагентных систем в инструментальной среде MASDK Труды СПИИРАН. 2006. Вып. 3. Т. 1. ISSN 2078-9181 (печ.), ISSN 2078-9599 (онлайн) SPIIRAS Proceedings. 2006. Issue 3. V. 1. ISSN 2078-9181 (print), ISSN 2078-9599 (online) www.proceedings.spiiras.nw.ru
- [6] Швецов А.Н. Модели и методы построения корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений: дис. д-ра техн. наук: 05.13.01 / А.Н. Швецов. Санкт-Петербург, 2004. 461 с.
- [7] Швецов А.Н., Сергушичева М.А. Проектирование прикладных мультиагентных систем с использованием пакета DISIT журнал

«Информационные технологии» №8, 2009 стр. 54 – 60.

- [8] Александров Д. В. Консалтинг при информатизации организаций: учеб.пособ./ Д. В. Александров, Д. Н. Фадин;Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 72 с.
- [9] Спицина И.А. Метод поддержки принятия решений при разработке информационных систем на основе мультиагентного подхода: дис. канд. техн. наук: 05.13.01 / И.А. Спицина. Екатеринбург, 2015. 166 с.
- [10] Aksyonov K.A., Bykov E.A., Aksyonova O.P. Development and application of software engineering solution BPsim.SD // Proceedings - UKSim-AMSS 7th European Modelling Symposium on Computer Modelling and Simulation, EMS 2013. Manchester; United Kingdom; 20 November 2013 through 22 November 2013. Article number 6779866, Pages 321-325. DOI: 10.1109/EMS.2013.55
- [11] Aksyonov K.A., Bykov E.A., Antonova A.S., Aksyonova O.P., Sufrygina E.M., Goncharova N.V. Tools and Methodologies for Business Processes Formalization: Application to Multi-agent Systems // Proceedings of the IEEE 2011 UKSim 5th European Symposium on Computer Modeling and Simulation, 16-18 November, Madrid, Spain, Pages 113-118.
- [12] Aksyonov K., Bykov E., Sysoletin E., Aksyonova O., Nevolina A. Integration of the Real-time Simulation Systems with the Automated Control System of an Enterprise // International Conference on Social Science, Management and Economics (SSME 2015) Guangzhou, China, May 09-10, 2015, P. 871-875. WOS:000361112900160.
- [13] Aksyonov K., Bykov E., Sysoletin E., Aksyonova O., Goncharova N. Perspectives of Modeling in Metallurgical Production // International Conference on Social Science, Management and Economics (SSME 2015) Guangzhou, China, May 09-10, 2015, P. 876-880. WOS:000361112900161.
- [14] Aksyonov K., Bykov E., Aksyonova O. Real time simulation models integrated into the corporate information systems // 33rd Chinese Control Conference, CCC 2014; Nanjing; China; 28 July 2014 through 30 July 2014, Pages 6810-6813.
- [15] Aksyonov K. A., Spitsina I. A., Sysoletin E. G., Aksyonova O. P., Smolij E. F. Multi-agent approach for the metallurgical enterprise information system development // 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2014). 7—13 September, Sevastopol. Vol. 1. P.437-438.
- [16] Aksyonov K.A., Spitsina I. A., Aksyonova O. P., Philipp Schaible. The state analysis of intelligent tools of computer aided software engineering // 24th Int. Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology" (CriMiCo'2014). 7—13 September, Sevastopol. Vol. 1. P.421-422.